

Exhaust gas purification system comprises catalyst in exhaust gas passage of I.C. engine, catalyst downstream of first catalyst, and regulator

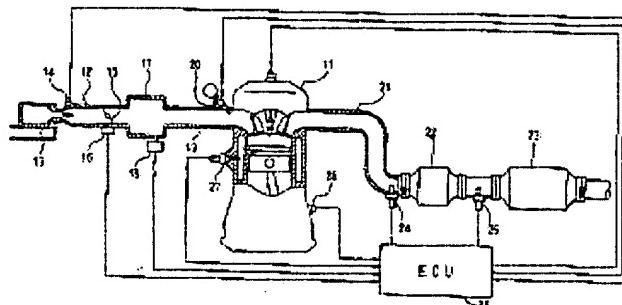
Patent number: DE10143234
Publication date: 2002-06-13
Inventor: YAMASHITA YUKIHIRO (JP)
Applicant: DENSO CORP (JP)
Classification:
- **international:** F01N9/00; F02D41/14
- **european:** F01N3/08B2; F02D41/14D3H
Application number: DE20011043234 20010904
Priority number(s): JP20000273525 20000905; JP20010210120 20010711

Also published as:

JP2002155784 (A)

[Report a data error here](#)**Abstract of DE10143234**

Exhaust gas purification system comprises a first catalyst (22) in the exhaust gas passage (21) of an I.C. engine (11) for accelerating an oxidation reaction of the conversion of nitrogen oxide to nitrogen dioxide; a second catalyst (23) downstream of the first catalyst for adsorbing and reducing the nitrogen oxides; and a regulator (29) which regulates an air-fuel ratio of an air-fuel mixture conveyed to the engine before the second catalyst is active. Preferred Features: The regulating unit regulates the air-fuel ratio of the air-fuel mixture to the lean side after the first catalyst is active and before the second catalyst is active.





⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 101 43 234 A 1

⑮ Int. Cl.⁷:
F 01 N 9/00
F 02 D 41/14

DE 101 43 234 A 1

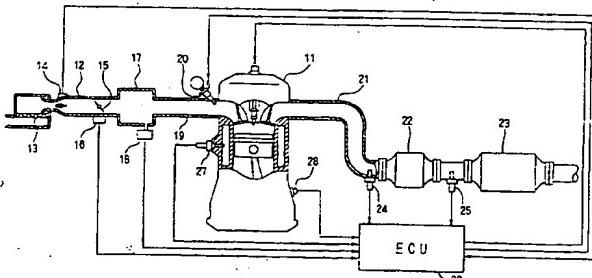
⑯ Aktenzeichen: 101 43 234.8
⑯ Anmeldetag: 4. 9. 2001
⑯ Offenlegungstag: 13. 6. 2002

- ⑯ Unionspriorität:
2000-273525 05. 09. 2000 JP
2001-210120 11. 07. 2001 JP
- ⑯ Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP
- ⑯ Vertreter:
Tiedtke, Bühlung, Kinne & Partner GbR, 80336 München

⑯ Erfinder:
Yamashita, Yukihiro, Kariya, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑯ Abgasreinigungssystem für einen Verbrennungsmotor
- ⑯ An einem Abgasrohr (21) ist ein Dreiwegekatalysator oder ein Oxidationskatalysator als ein stromaufwärtsseitiger Katalysator (22) und ein NOx-Katalysator (23) als ein stromabwärtsseitiger Katalysator angeordnet. Wenn der stromaufwärtsseitige Katalysator (22) aktiviert wird, oxidiert der stromaufwärtsseitige Katalysator (22) von einem Motor (11) ausgestoßenes NO zu NO₂. Da der größte Teil des von dem Motor (11) ausgestoßenen NOx in der Form von NO vorliegt, wird der größte Teil des NOx, das den stromaufwärtsseitigen Katalysator (22) durchlaufen hat, in der Form von NO₂ oxidiert und strömt in den stromabwärtsseitigen NOx-Katalysator (23). Eine Aktivierungsenergie, die für die Reaktion NO₂ + 1/2 · O₂ → NO₃⁻ nötig ist, ist relativ gering, so dass auch dann, wenn die Temperatur des NOx-Katalysators (23) niedrig ist, NOx in der Form von NO₃⁻ innerhalb des NOx-Katalysators (23) durch Induzieren einer Reaktion des Oxidierens von NO₂ zu NO₃⁻ innerhalb des NOx-Katalysators (23) adsorbiert werden kann. Als Folge kann eine magere Regelung gestartet werden, bevor die Temperatur des NOx-Katalysators (23) zu seiner Aktivierungstemperatur ansteigt, und NOx kann adsorbiert werden.



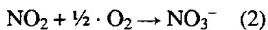
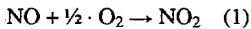
DE 101 43 234 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Abgasreinigungssystem, das für einen Verbrennungsmotor verwendet wird.

[0002] In der Vergangenheit wurde zum Zweck einer Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs eines Fahrzeugs ein sogenannter Magergemischmotor, bei dem das Luft-Kraftstoff-Verhältnis bzw. A/F-Verhältnis in eine Richtung geregelt wird, das magerer als ein stöchiometrisches Verhältnis ist, oder ein sogenannter Direkteinspritzmotor entwickelt. Da bei diesen Motoren die erzeugte NOx-Menge (Stickstoffoxide) größer als bei dem herkömmlichen Motor ist, wird ein Katalysator der NOx-Adsorptionsreduktionsbauart (im Folgenden als ein "NOx-Katalysator" bezeichnet) verwendet, um die ausgestoßene NOx-Menge zu verringern. Der NOx-Katalysator adsorbiert NOx, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis eines Abgases mager ist, und reinigt sich vom adsorbierten NOx, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis fett bzw. reich geworden ist.

[0003] Der NOx-Katalysator adsorbiert das NOx in der Form von NO_3^- , aber das meiste von dem Motor ausgestoßene NOx liegt in der Form von N0 vor, so dass die folgende Reaktion auftritt, bis das NOx durch den NOx-Katalysator adsorbiert ist:



[0004] Die vorstehend genannte Oxidationsreaktion (1) erfordert eine hohe Aktivierungsenergie im Vergleich mit der vorstehend genannten Oxidationsreaktion (2), wenn die Temperatur des NOx-Katalysators niedrig ist, wobei die Oxidationsreaktion (1) nicht auftritt. Somit kann das NOx nicht an dem NOx-Katalysator adsorbiert werden.

[0005] Um diesen Nachteil bei dem herkömmlichen NOx-Reinigungssystem zu vermeiden, wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu einem Wert nahe dem stöchiometrischen Verhältnis geregelt, bis die Temperatur des NOx-Katalysators zu einer Aktivierungstemperatur nach dem Motorstart ansteigt, um die Menge des von dem Motor ausgestoßenen NO zu verringern, wobei dadurch die Menge des ausgestoßenen NOx verringert wird. Bis daher die Temperatur des NOx-Katalysators seine Aktivierungstemperatur erreicht, ist es unmöglich, den Magerbetrieb zu Starten, um Kraftstoff zu sparen, wobei dadurch die Kraftstoffwirtschaftlichkeit verschlechtert wird.

[0006] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Abgasreinigungssystem zu schaffen, das für einen Verbrennungsmotor verwendet wird, bei dem NOx an einem NOx-Katalysator auch dann adsorbiert werden kann, wenn eine Magerregelung gestartet ist, bevor die Temperatur des NOx-Katalysators auf eine Aktivierungstemperatur ansteigt, während sowohl eine Vergrößerung eines Magerregelungsbereichs (Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs) als auch eine Verbesserung eines NOx-Auslassverhältnisses gestattet wird.

[0007] Um die Aufgabe zu lösen, ist erfundungsgemäß ein erster Katalysator in einem Abgasdurchgang des Verbrennungsmotors für ein Beschleunigen einer Oxidationsreaktion der Umwandlung von zumindest Stickstoffoxid in Stickstoffdioxid vorgesehen. Ein zweiter Katalysator ist an einer stromabwärtigen Seite des ersten Katalysators für ein Adsorbieren und Reduzieren von NOx vorgesehen. Ein Abgasreinigungsregelmittel regelt ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis eines zu dem Verbrennungsmotor geförderten Luft-Kraftstoff-Gemisches zu einer mageren Seite, bevor der zweite Katalysator aktiv wird.

[0008] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die ein gesamtes Motorregelsystem gemäß vorliegendem Ausführungsbeispiel zeigt;

[0009] Fig. 2 ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf eines Abgasreinigungsregelprogramms zeigt;

[0010] Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das einen Ablauf eines normalen Regelprogramms zeigt, und

[0011] Fig. 4 ist ein Zeitdiagramm, das ein Beispiel der Abgasreinigungsregelung zeigt.

[0012] Ein Ausführungsbeispiel, bei dem die vorliegende Erfindung auf einen Magergemischmotor angewendet ist, wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 4 erklärt.

[0013] Ein schematischer Aufbau eines gesamten Motorregelsystems wird unter Bezugnahme der Fig. 1 beschrieben. Ein Luftreiniger bzw. Luftfilter 13 ist an einem am weitesten stromaufwärts gelegenen Abschnitt eines Einlassrohrs 12 eines Motors 11 angeordnet, der ein Verbrennungsmotor ist, und ein Luftpumpe 14 zum Erfassen der Einlassluftmenge ist an einer stromabwärtigen Seite des

[0014] Luftfilters 13 angeordnet. Ein Drosselventil 15 und ein Drosselsensor für ein Erfassen des Öffnungsgrades des Drosselvents 15 sind an der stromabwärtigen Seite des

[0015] Luftpumpe 14 angeordnet. Ein Ausgleichsbehälter 17 ist an der stromabwärtigen Seite des Drosselvents 15 angeordnet und ein Einlassrohrdrucksensor 18 für ein

[0016] Erfassen eines Einlassrohrdrucks ist an dem Ausgleichsbehälter 17 angebracht. Ein Einlasskrümmer 19 für ein Einführen von Luft in jeden Zylinder des Motors 11 ist mit dem Ausgleichsbehälter 17 verbunden, und ein Kraftstoffeinspritzventil 20 ist an jedem Zylinder an einer Position angebracht, die nahe an einem Einlassanschluss des Einlasskrümmers 19 liegt.

[0017] Ein stromaufwärtsseitiger Katalysator 22 und ein stromabwärtsseitiger NOx-Katalysator 23 (ein Katalysator der NOx-Adsorptions-Reduktionsbauart), die beide zum Reinigen von einem Abgas enthaltenen CO, HC und NOx geeignet sind, sind in Reihe an mittleren Positionen eines Abgasrohrs 21 des Motors 11 eingebaut. Der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 ist aus einem Dreiegekatalysator

[0018] oder einem Oxidationskatalysator aufgebaut und hat eine relativ geringe Kapazität, so dass ein Aufwärmen in einer frühen Stufe zu dem Zeitpunkt des Startens des Motors beendet ist, um die Abgasemission während des Startens des Motors zu vermindern. Der Dreiegekatalysator ist ein Katalysator, der gleichzeitig sowohl fette Komponenten (zum Beispiel CO und HC) als auch magere Komponenten (zum Beispiel NOx) reinigen kann, die in dem Abgas enthalten sind. Der Oxidationskatalysator ist ein Katalysator, der eine Oxidationsreaktion von Abgaskomponenten beschleunigt, um CO, HC usw. zu reinigen. Der stromabwärtsseitige NOx-Katalysator 23 adsorbiert NOx, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases mager ist und reduziert NOx und reinigt dieses, wenn das Luft-Kraftstoff-Verhältnis fett ist. Der stromabwärtsseitige NOx-Katalysator 23 hat eine relativ

[0019] große Kapazität, um eine ausreichende Adsorption des NOx auch bei einem Hochlastbereich zu gestatten, bei dem die in dem Abgas enthaltene NOx-Menge groß ist. Stromaufwärts von dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 ist ein Luft-Kraftstoff-Verhältnissensor 24 für ein Ausgeben eines linearen Luft-Kraftstoff-Verhältnissignals angeordnet, das proportional zu dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases ist.

[0020] Stromabwärts von dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 ist ein Sauerstoffsensor 25 angeordnet, von dem sich eine Ausgabespannung auf der Grundlage davon umkehrt, ob das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases relativ zu einem stöchiometrischen Verhältnis fett oder mager ist. Alternativ kann der Sauerstoffsensor 25 dabei stromaufwärts von dem

[0021] stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 angeordnet sein und

[0022] eine Ausgabespannung auf der Grundlage davon umkehrt, ob das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases relativ zu einem stöchiometrischen Verhältnis fett oder mager ist. Alternativ kann der Sauerstoffsensor 25 dabei stromaufwärts von dem

[0023] stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 angeordnet sein und

[0024] eine Ausgabespannung auf der Grundlage davon umkehrt, ob das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases relativ zu einem stöchiometrischen Verhältnis fett oder mager ist. Alternativ kann der Sauerstoffsensor 25 dabei stromaufwärts von dem

[0025] stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 angeordnet sein und

[0026] eine Ausgabespannung auf der Grundlage davon umkehrt, ob das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases relativ zu einem stöchiometrischen Verhältnis fett oder mager ist. Alternativ kann der Sauerstoffsensor 25 dabei stromaufwärts von dem

[0027] stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 angeordnet sein und

[0028] eine Ausgabespannung auf der Grundlage davon umkehrt, ob das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases relativ zu einem stöchiometrischen Verhältnis fett oder mager ist. Alternativ kann der Sauerstoffsensor 25 dabei stromaufwärts von dem

der Luft-Kraftstoff-Verhältnissensor 24 kann stromabwärts von dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 angeordnet sein. Des weiteren können ein Gassensor zum Erfassen von NOx usw., ein Luft-Kraftstoff-Verhältnissensor und ein Sauerstoffsensor stromabwärts von dem NOx-Katalysator 23 angeordnet sein. Ein Kühlwassertemperatursensor 27 zum Erfassen der Temperatur des Motorkühlmittels und ein Kurzwinkelsensor 28 zum Erfassen einer Motordrehzahl NE sind an einem Zylinderblock des Motors 11 angebracht.

[0015] Diese verschiedenenartigen Sensorsausgaben werden in einen Motorregelschaltkreis (im Folgenden "ECU" genannt) 29 eingegeben. Die ECU 29 setzt sich hauptsächlich aus einem Mikrocomputer zusammen und führt ein Abgasreinigungsregelprogramm in Fig. 2 aus, das in einem ROM (Speichermedium) gespeichert ist, das in der ECU 29 eingebaut ist. Die ECU 29 wirkt als ein Abgasreinigungsregelmitte in der vorliegenden Erfindung.

[0016] Das in Fig. 2 gezeigte Abgasreinigungsregelprogramm wird synchron mit einer Kraftstoffeinspritzzeitabstimmung jedes Zylinders ausgeführt. Zuerst wird in Schritt 100 ein Test durchgeführt, um zu erkennen, ob der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv ist oder nicht. Die Ermittlung kann durch jedes der folgenden Verfahren durchgeführt werden.

[0017] (1) Abgastemperaturen nach dem Starten des Motors werden integriert, und wenn der integrierte Wert einen vorbestimmen Wert übersteigt, wird ermittelt, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist. Der integrierte Wert der Abgastemperaturen dient als ein Parameter zum Ermitteln der Wärme bzw. Wärmemenge des Abgases, das zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 gefördert wird, und es gibt eine Beziehung, dass wenn der integrierte Wert der Abgastemperatur größer wird, der zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 geförderte Betrag der Abgaswärme bzw. Abgaswärmemenge größer wird.

[0018] (2) Wenn erfasst oder geschätzt wird, dass die Abgastemperatur an der stromabwärtsigen Seite des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 höher als eine vorbestimmte Temperatur ist, wird ermittelt, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist. Es gibt eine Beziehung, dass, wenn die Temperatur des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 höher wird, die Abgastemperatur an der stromabwärtsigen Seite des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 höher wird.

[0019] (3) Eine Einlassluftmenge nach dem Starten des Motors wird integriert, und wenn der integrierte Wert einen vorbestimmen Wert übersteigt, wird ermittelt, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist. Der integrierte Wert der Einlassluftmenge dient als ein Parameter zum Ermitteln der Wärme des zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 geförderten Abgases, und es gibt eine Beziehung, dass, wenn der integrierte Wert der Einlassluftmenge größer wird, die Menge der zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 geförderten Abgaswärme bzw. Abgaswärmemenge größer wird.

[0020] (4) Kraftstoffeinspritzmengen nach dem Starten des Motors werden integriert, und wenn der integrierte den vorbestimmenen Wert übersteigt, wird ermittelt, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist. Der integrierte Wert der Kraftstoffeinspritzmengen dient als ein Parameter zum Berechnen bzw. Auswerten der zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 geförderten Wärme bzw. Wärmemenge des Abgases, und es gibt eine Beziehung, dass, wenn der integrierte Wert der Kraftstoffeinspritzmengen größer wird, der Betrag der zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 geförderten Abgaswärme bzw. der Wärmemenge größer wird.

[0021] (5) Ob der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 ak-

tiv ist oder nicht, wird auf der Grundlage eines Ausgabeverhaltens des Sauerstoffsensors 25 ermittelt, der stromabwärts von dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 gelegen ist. Das Verhalten eines stromabwärts von dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 erfassten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses ändert sich vor und nach der Aktivierung des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22.

[0022] (6) Eine Katalysatortemperatur des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 wird erfasst oder geschätzt, und ob der Katalysator 22 aktiv ist oder nicht, wird auf der Grundlage ermittelt, ob die erfasste oder geschätzte Katalysatortemperatur nicht niedriger als eine vorbestimmte Aktivitätsermittelungstemperatur ist.

[0023] Beim Ermitteln, ob der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv ist oder nicht, können Aktivitätsermittelungsbedingungen durch Verwenden der Kühlwassertemperatur oder einer Außenlufttemperatur zum Zeitpunkt des Startens des Motors korrigiert werden. Zwei oder mehrere von den vorstehend genannten Verfahren (1)–(6) können kombiniert werden, um eine zusammengesetzte Aktivitätsermittelung zu bewerkstelligen.

[0024] Falls durch eines der vorstehend genannten Verfahren ermittelt wird, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 nicht aktiviert ist, schreitet der Ablauf zu Schritt 101, bei dem ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu einem schwachen mageren Wert (insbesondere ein Zielluftüberschussverhältnis $\lambda = 1,03$) gesetzt wird. Das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird bei dem schwachen mageren Wert gehalten, bis in den Schritten und 100 und 101 ermittelt wird, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist. Alternativ kann das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis bei einem stöchiometrischen Verhältnis (zum Beispiel $\lambda = 1,0$) gehalten werden, bis ermittelt wird, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist. Das heißt, dass das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis bei einem Wert gehalten werden kann, der nahe einem stöchiometrischen Verhältnis als Luft-Kraftstoff-Verhältnis gehalten werden kann, bei dem die Abgasemission bei einem inaktiven Zustand des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 fas ein Minimum ist.

[0025] Bis ermittelt wird, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist, wird eine frühzeitige Katalysatoraufwärmregelung in Schritt 102 ausgeführt, um die Temperatur des Abgases zu erhöhen und das Aufwärmen des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 zu beschleunigen. Zum Beispiel kann die frühzeitige Katalysatoraufwärmregelung durch eines der folgenden Verfahren ausgeführt werden.

[0026] (1) Die Verbrennungszeitabstimmung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches in dem Zylinder wird durch Verzögern der Zündzeitabstimmung verzögert, wobei dadurch eine Spaltenzeitabstimmung der Temperatur in dem Zylinder zum Auslasakt geschätzt wird. Als Ergebnis wird ein Verbrennungsgas hoher Temperatur aus dem Inneren jedes Zylinders in das Abgasrohr 21 ausgestoßen, wodurch die Temperatur des Abgases, das zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 gefördert wird, angehoben werden kann.

[0027] (2) Die Ausstoßzeitabstimmung von Verbrennungsgas in dem Zylinder wird durch Vorstellen der Öffnungszeitabstimmung des Auslassventils vorgestellt, wobei dadurch die Zeitabstimmung für das Ausstoßen des Verbrennungsgases in dem Zylinder zu einer Spaltenzeitabstimmung der Temperatur in dem Zylinder geschätzt wird. Als Ergebnis wird ein Hochtemperaturverbrennungsgas aus dem Inneren jedes Zylinders in das Abgasrohr 21 ausgestoßen, wodurch die Temperatur des Abgases, das zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 gefördert wird, angehoben werden kann.

[0028] (3) Ein Ventilüberschneidungsbetrag jedes Einlass-

/Auslassventils wird erhöht. Mit einem Anstieg des Ventilüberschneidungsbetrags steigt eine interne EGR (Abgasrückführung) an und die Brenngeschwindigkeit in jedem Zylinder verringert sich, so dass eine Spitzenzzeitabstimmung der Temperatur in dem Zylinder verzögert und dem Auslasstakt angenähert werden kann. Somit wird ein Hochtemperaturverbrennungsgas aus dem Inneren des Zylinders ausgestoßen und dadurch kann die Temperatur des zu dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 geförderten Abgases angehoben werden.

[0029] Es ist optional, ob eines der vorstehend genannten Verfahren (1)-(3) ausgewählt wird, oder zwei oder mehrere von ihnen zum Ausführen der Katalysatorvorwärmregelung ausgewählt werden.

[0030] Wenn im Folgenden ermittelt wird, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist, schreitet der Ablauf von Schritt 100 zu Schritt 103 vor, bei dem ein Test durchgeführt wird, um zu erkennen, ob der stromabwärtsseitige NOx-Katalysator 23 aktiv ist oder nicht. Die Ermittlung kann auf die gleiche Weise wie für den Fall bei dem stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 durchgeführt werden.

[0031] Wenn ermittelt wird, dass der stromabwärtsseitige NOx-Katalysator 23 nicht aktiv ist, schreitet der Ablauf zu Schritt 104 vor, bei dem das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis auf eine magere Seite gesetzt wird (insbesondere ein Ziel-luftüberschussverhältnis $\lambda = 1,5$). Bis ermittelt wird, dass der stromabwärtsseitige NOx-Katalysator 23 aktiv ist, wird als Folge das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis mager gehalten und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases wird zu einer mageren Seite geregelt, um zu gestatten, dass in dem Abgas enthaltenes NOx an dem NOx-Katalysator 23 adsorbiert wird. Während dieser Magerregelung wird die an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx-Menge durch die folgende Gleichung berechnet:

$$QNOx(i) = QNOx(i-1) + \Delta QNOx$$

$QNOx(i)$: NOx-Menge, die bis zu dieser Berechnung adsorbiert ist;

$QNOx(i-1)$: NOx-Menge, die bis zu der letzten Berechnung adsorbiert ist;

$\Delta QNOx$: Anstieg der NOx-Menge, die während des Zeitraums von der letzten Berechnung bis zu dieser Berechnung adsorbiert wird.

[0032] Der Anstieg der adsorbierten NOx-Menge, $\Delta QNOx$, während des Zeitraums von der letzten Berechnung bis zu dieser Berechnung wird beispielsweise durch Verwenden einer Abbildung berechnet, die eine Motordrehzahl und eine Last (zum Beispiel einen Einlassrohrdruck oder eine Einlassluftmenge) als Parameter verwendet.

[0033] Wenn auf diesem Weg eine derartige Magerregelung ausgeführt wird, während der NOx-Katalysator 23 inaktiv ist, wird eine Normalregelmarke im Schritt 112 zu "0" gesetzt.

[0034] Wenn im Folgenden ermittelt wird, dass der NOx-Katalysator 23 aktiviert wurde, schreitet der Ablauf von Schritt 103 zu Schritt 106 vor, bei dem ein Test durchgeführt wird, um zu erkennen, ob ein Schalten zu der Normalregelung durchgeführt wurde, auf der Grundlage, ob die Normalregelmarke "1" ist oder nicht. Wenn ermittelt wird, dass die Normalregelmarke "0" ist (vor dem Schalten zu der Normalregelung), schreitet der Ablauf zu Schritt 107 vor, bei dem ein Test durchgeführt wird, um zu erkennen, ob die vorliegende adsorbierte NOx-Menge, $QNOx$, in dem NOx-Katalysator 23 gleich 0 ist oder nicht (das heißt, ob das adsorbierte NOx vollständig abgereinigt wurde oder nicht).

[0035] Gerade nach der Aktivierung des NOx-Katalysa-

tors 23 (nämlich gerade nach dem Ende der Magerregelung) wird NOx an dem NOx-Katalysator adsorbiert, ist die Antwort in Schritt 107 negativ und schreitet der Ablauf zu Schritt 108 vor, in dem das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis

5 fett gesetzt wird (zum Beispiel auf das Zielluftüberschussverhältnis $\lambda = 0,9$). Als Ergebnis wird das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis fett gehalten, bis die adsorbierte NOx-Menge, $QNOx$, an dem NOx-Katalysator 23 gleich 0 wird (nämlich bis das adsorbierte NOx vollständig abgereinigt ist), wobei dadurch gestaltet wird, dass das Luft-Kraftstoff-Verhältnis fett gehalten wird und an dem NOx-Katalysator 23 adsorbiertes NOx abgereinigt wird. Während dieser Regelung (während der Ausführung des NOx-Reinigens) wird die adsorbierte NOx-Menge, $QNOx$, an dem NOx-Katalysator 23 gemäß dem folgenden Ausdruck in Schritt 109 berechnet:

$$QNOx(i) = QNOx(i-1) - QNOX(i-1) - \Delta Q_{Rein}.$$

20 wobei ΔQ_{Rein} , dafür steht, welche Menge des adsorbierten NOx während des Zeitraums von der letzten Berechnung bis zu dieser Berechnung gereinigt bzw. abgereinigt wurde. Die Abreinigungsmenge ΔQ_{Rein} , kann beispielsweise durch die folgende Gleichung berechnet werden:

$$\Delta Q_{Rein} = (\text{vorliegende Kraftstofffeinspritzmenge} - \text{stöchiometrische Kraftstofffeinspritzmenge}) \cdot \text{Konstante},$$

wobei die stöchiometrische Kraftstofffeinspritzmenge eine 30 Kraftstofffeinspritzmenge auf der Grundlage der Annahme bedeutet, dass das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis ein stöchiometrisches Verhältnis unter den vorliegenden Betriebsbedingungen ist. Daher ist der Wert (vorliegende Kraftstofffeinspritzmenge - stöchiometrische Kraftstofffeinspritzmenge) eine physikalische Menge, die mit der Menge der fetteten Komponenten in dem Abgas korreliert.

[0036] Die Abreinigungsmenge ΔQ_{Rein} , kann unter Verwendung einer Abbildung gemäß dem Luft-Kraftstoff-Verhältnis und einer Abgasdurchflussrate (zum Beispiel mit der 40 Menge der fetteten Komponenten korrelierende Parameter, die zu dem NOx-Katalysator 23 gefördert werden, berechnet werden. Oder die Abreinigungsmenge ΔQ_{Rein} , kann für die Vereinfachung der arithmetischen Verarbeitung ein fester Wert sein.

45 [0037] Wenn das in dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx durch diese fette Regelung abgereinigt wurde (Ausführung des NOx-Abreinigens) bis zu dem Ausmaß, bei dem die an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx-Menge, $QNOx$, gleich 0 ist, schreitet der Ablauf von Schritt 107 zu Schritt 110 vor, bei dem die Normalregelmarke zu "1" gesetzt ist, dann schreitet der Ablauf zu Schritt 111 vor. Das in Fig. 3 gezeigte Normalregelprogramm wird gestartet, um die Normalregelung auf die folgende Weise auszuführen.

[0038] Bei dem Normalregelprogramm von Fig. 3 wird in 55 Schritt 201 ein Test durchgeführt, um zu erkennen, ob eine NOx-Abreinigungslaufmarke gleich 1 ist (Ausführung NOx-Abreinigens) oder nicht, und wenn die Marke 0 ist, schreitet der Ablauf zu Schritt 202 vor, bei dem ein Test durchgeführt wird, um zu erkennen, ob die adsorbierte

60 NOx-Menge, $QNOx$, an dem NOx-Katalysator 23 kleiner als ein vorbestimmter Wert $QNOx_0$ entsprechend einer Sättigungsmenge oder ähnlichem ist. Wenn die adsorbierte NOx-Menge, $QNOx$, kleiner als ein vorbestimmter Wert $QNOx_0$ ist, schreitet der Ablauf zu Schritt 203 vor, bei dem ein Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis (Zielluftüberschussverhältnis λ) gemäß den vorliegenden Motorbetriebsbedingungen gesetzt wird. Dem gemäß wird beispielweise von dem Lehrlauf zu einem Bereich mittlerer Geschwindigkeit und

mittlerer Last das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis mager gesetzt; in einem Bereich oberhalb der mittleren Geschwindigkeit und der mittleren Last wird das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis auf einen Wert nahe einem stöchiometrischen Verhältnis gesetzt; und in einem Vollastbereich wird das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis fett gesetzt. Darauf schreitet der Ablauf zu Schritt 204 vor, bei dem die adsorbierte NOx-Menge, QNOx, an dem NOx-Katalysator 23 durch die folgende Gleichung berechnet wird:

$$QNOx(i) = QNOx(i-1) + \Delta QNOx$$

QNOx(i): adsorbierte NOx-Menge bis zu dieser Berechnung;

QNOx(i-1): adsorbierte NOx-Menge bis zu der letzten Berechnung;

$\Delta QNOx$: eine Erhöhung der adsorbierten NOx-Menge während des Zeitraums von der letzten Berechnung bis zu dieser Berechnung,

wobei die Erhöhung der adsorbierten NOx-Menge, $\Delta QNOx$, während des Zeitraums von der letzten Berechnung bis zu dieser Berechnung unter Verwendung einer Abbildung oder dergleichen beispielsweise gemäß der Motordrehzahl, der Last (zum Beispiel dem Einlassrohrdruck und der Einlassluftmenge), dem Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis, der EGR-Ventilöffnung, dem Ventilzeitabstimmungsvorstellwinkel und der Kühlwassertemperatur berechnet wird.

[0039] Während der normalen Luft-Kraftstoff-Verhältnisregelung (wenn das NOx-Abreinigen nicht ausgeführt wird) wird die NOx-Auslasslaufmarke auf 0 in Schritt 205 gesetzt.

[0040] Wenn die adsorbierte NOx-Menge, QNOx, an dem NOx-Katalysator 23 einen Wert erreicht hat, der nicht kleiner als der vorbestimmte Wert ist, werden der Schritt 206 und nachfolgende Schritte ausgeführt, um eine fette Regelung (NOx-Abreinigen) zum Abreinigen des adsorbierten NOx an dem NOx-Katalysator 23 ausgeführt.

[0041] Während der fetten Regelung wird in Schritt 206 ermittelt, ob die vorliegende adsorbierte NOx-Menge, QNOx, an dem NOx-Katalysator 23 gleich 0 oder nicht geworden ist (zum Beispiel ob das adsorbierte NOx vollständig abgereinigt wurde oder nicht), und wenn noch immer NOx an dem NOx-Katalysator 23 verbleibt, schreitet der Ablauf zu Schritt 207 vor, in dem das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis fett gesetzt ist (insbesondere auf ein Zielluftüberschussverhältnis $\lambda = 0,9$). Als Ergebnis wird das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis fett gehalten bis die adsorbierte NOx-Menge, QNOx, an dem NOx-Katalysator 23 gleich 0 wird (nämlich bis das adsorbierte NOx vollständig abgereinigt ist), wobei gestattet wird, dass das an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx abgereinigt wird. Während der fetten Regelung (Ausführung des NOx-Abreinigens) wird die adsorbierte NOx-Menge, QNOx, an dem NOx-Katalysator 23 durch die folgende Gleichung berechnet:

$$QNOx(i) = QNOx(i-1) - \Delta Q_{Rein}.$$

[0042] Die Abreinigungsmenge ΔQ_{Rein} des während des Zeitraums von der letzten Berechnung bis zu dieser Berechnung adsorbierten NOx kann auf dieselbe Weise wie für den Fall mit Schritt 109 in Fig. 2 berechnet werden, was vorhergehend beschrieben ist.

[0043] Während der fetten Regelung (Ausführung des NOx-Abreinigens) ist die NOx-Abreinigungslaufmarke auf 1 in Schritt 209 gesetzt.

[0044] Wenn das adsorbierte NOx an dem NOx-Katalysator 23 zu dem Ausmaß abgereinigt ist, dass die an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx-Menge gleich 0 ist, schreitet der Ablauf von Schritt 206 zu Schritt 210 vor, bei dem

die NOx-Abreinigungslaufmarke zu "1" gesetzt ist, um die fette Regelung zu beenden, und eine Rückführung beziehungsweise Rückstellung zu der normalen Luft-Kraftstoff-Verhältnisregelung wird durchgeführt.

5 [0045] Darauf wird jedes Mal, wenn die an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx-Menge den vorbestimmten Wert erreicht hat oder größer als dieser ist, ein Schalten beziehungsweise Wechseln zu der fetten Regelung durchgeführt, um das adsorbierte NOx abzureinigen, und wenn die an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx-Menge, QNOx, gleich 0 geworden ist, wird eine Rückführung beziehungsweise Rückstellung zu der normalen Regelung durchgeführt. Dieser Vorgang wird wiederholt.

[0046] Die fette Regelung (NOx-Abreinigen) kann insoweit zu jedem vorbestimmten Zeitpunkt während der normalen Luft-Kraftstoff-Verhältnisregelung ausgeführt werden, als sie vor der Sättigung des an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierten NOx-Menge, QNOx, durchgeführt wird.

[0047] Obwohl bei den in den Fig. 2 und 3 gezeigten Programmen die Ausführungsduer der fetten Regelung (NOx-Abreinigen) gesetzt wird, bis der an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx-Menge, NOx, gleich 0 wird, kann sie gesetzt werden, bis die adsorbierte NOx-Menge, QNOx, ein vorbestimmter Wert wird oder niedriger als dieser.

[0048] Ein Beispiel der Abgasreinigungsregelung des vorstehend beschriebenen vorliegenden Ausführungsbeispiels wird nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 4 erklärt. Gerade nach dem Starten des Motors, bis die Temperatur des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 auf eine vorbestimmte Aktivierungsermittelungstemperatur ansteigt, wird das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis auf einen schwachen mageren Wert gesetzt (zum Beispiel ein Zielluftüberschussverhältnis $\lambda = 1,03$) und eine Katalysatorvorwärmregelung wird ausgeführt, um die Temperatur des Abgases anzuheben, wobei dadurch das Aufwärmen des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 beschleunigt wird.

[0049] Wenn die Temperatur des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 auf die vorbestimmte Aktivierungsermittelungstemperatur angestiegen ist, wird dann ermittelt, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiv geworden ist, und das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird auf einen mageren Wert gesetzt (zum Beispiel ein Zielluftüberschussverhältnis $\lambda = 1,5$). Als Ergebnis wird, bis die Temperatur des stromabwärtsseitigen NOx-Katalysators 23 auf eine vorbestimmte Aktivierungsermittelungstemperatur ansteigt, das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis mager gehalten und das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Abgases wird mager geregelt, wobei gestattet wird, dass in dem Abgas enthaltenes NOx an dem NOx-Katalysator 23 adsorbiert wird.

[0050] Für diesen Fall steigt die Temperatur des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 früher als die des stromabwärtsseitigen NOx-Katalysators 23 nach dem Starten des Motors an, so dass der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 früher aktiviert ist. Wenn der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiviert ist, wird die Reaktion $NO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow NO_2$ in einer oxidierenden Atmosphäre durch die katalytische Reaktion des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 gefördert (ein Dreiegekatalysator oder ein Oxidationskatalysator), während von dem Motor 11 ausgestoßenes NO durch den stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 strömt. Da das meiste von dem Motor 11 ausgestoßene NOx in der Form von NO vorliegt, wird das in dem Abgas enthaltene NOx, das den stromaufwärtsseitigen Katalysator 22 durchlaufen hat, zum größten Teil in die Form von NO_2 oxidiert und strömt in den stromabwärtsseitigen NOx-Katalysator 23.

[0051] In dem NOx-Katalysator 23 ist eine Aktivierungsenergie, die für die Reaktion $NO_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow NO_3^-$ relativ gering, so dass auch dann, wenn die Temperatur des NOx-

Katalysators 23 niedrig ist, eine Reaktion des Oxidierens von NO₂ in NO₃⁻ innerhalb des NOx-Katalysators 23 induziert werden kann. Somit ist es auch bei dem Vorfall, dass die Temperatur des NOx-Katalysators 23 niedrig ist und die Reaktion von NO + ½ · O₂ → NO₂ nicht innerhalb des NOx-Katalysators 23 induziert werden kann, gestattet, dass diese Reaktion innerhalb des stromaufwärtsseitigen Katalysators 22 auftritt, wodurch NOx in der Form von NO₃⁻ in dem NOx-Katalysator 23 adsorbiert werden kann. Daher kann auch dann, wenn eine magere Regelung gestartet wird, bevor die Temperatur des NOx-Katalysators 23 auf seine Aktivierungstemperatur ansteigt, NOx an dem NOx-Katalysator 23 adsorbiert werden, und somit kann sowohl die Ausdehnung des Bereichs der mageren Regelung (Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs) als auch der Verbesserung der NOx-Reinigungsrate im Einklang miteinander gehalten werden.

[0052] Wenn darauf die Temperatur des NOx-Katalysators 23 auf eine vorbestimmte Aktivierungsermittlungstemperatur angestiegen ist, wird ermittelt, dass der NOx-Katalysator 23 aktiv geworden ist, und das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis wird auf fett gesetzt (zum Beispiel auf ein Zielluftüberschussverhältnis $\lambda = 0,9$). Als Ergebnis wird, bis ermittelt wird, dass die an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx-Menge, QNOx, gleich 0 ist (oder nicht größer als ein vorbestimmter Wert), das Ziel-Luft-Kraftstoff-Verhältnis fett gehalten, um das an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx abzureinigen. Auf diesem Weg wird an dem NOx-Katalysator 23 adsorbiertes NOx abgereinigt, und wenn die an dem NOx-Katalysator 23 adsorbierte NOx-Menge gleich 0 wird, wird eine Verschiebung zu der normalen Luft-Kraftstoff-Verhältnisregelung durchgeführt.

[0053] Bei dem vorstehenden Ausführungsbeispiel, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis unmittelbar auf einen mageren Wert geregelt, wenn in Schritt 100 geregelt wird, dass der stromaufwärtsseitige Katalysator aktiviert wurde und wenn der NOx-Katalysator in Schritt 103 nicht aktiviert wurde.

[0054] Zu diesem Zeitpunkt ist es jedoch unsicher, ob der NOx-Katalysator bis zu einem derartigen Ausmaß aktiv ist, dass die Oxidationsreaktion von NO₂ + ½ · O₂ → NO₃⁻ gestattet ist, wobei eine Abwandlung durchgeführt werden kann, so dass ein Schritt vorgesehen ist, um zu ermitteln, ob der NOx-Katalysator zu dem Ausmaß aktiv ist, dass diese Oxidationsreaktion gestattet wird (ob er halbaktiviert ist oder nicht), nachdem eine negative Antwort in Schritt 103 gegeben wird. Wenn sich der NOx-Katalysator in einem halbaktivierten Zustand befindet, schreitet der Ablauf zu Schritt 104 und nachfolgenden Schritten gemäß dem Ablaufdiagramm von Fig. 2 vor, während der Ablauf zu Schritt 101 vorschreitet, wenn der NOx-Katalysator sich nicht in einem halbaktivierten Zustand befindet. Des weiteren kann ein Temperatursensor an dem NOx-Katalysator vorgesehen sein, und ob der NOx-Katalysator den halbaktivierten Zustand erreicht hat oder nicht, kann auf der Grundlage einer Ausgabe ermittelt werden, die von dem Temperatursensor vorgesehen wird, oder kann lediglich auf der Grundlage der Zeit ermittelt werden, die nach dem Starten des Motors vergangen ist.

[0055] Dadurch wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis nicht zu einer mageren Seite geregelt, bis sicher ist, dass NOx an dem NOx-Katalysator adsorbiert ist, so dass die Verschlechterung der Emission während des Aufwärmens des Motors unterdrückt wird.

[0056] Wenn des weiteren in dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel der NOx-Katalysator von einem inaktiven Zustand aktiv wurde, wird das Luft-Kraftstoff-Verhältnis einmal zu einer fetten Seite für die Verringerung

des adsorbierten NOx geregelt, aber es ist nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann die adsorbierte NOx-Menge wie bei der normalen Regelung berechnet werden, und nach der Aktivierung des NOx-Katalysators und nachdem die adsorbierte NOx-Menge einen vorbestimmten Wert erreicht hat, kann das Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu einer fetten Seite geregelt werden.

[0057] Wenn des weiteren die adsorbierte NOx-Menge einen vorbestimmten Wert vor der Aktivierung des NOx-Katalysators erreicht hat, kann das Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu einem stöchiometrischen Verhältnis oder um dieses herum geregelt werden. Dadurch ist es möglich, zu verhindern, dass NOx von dem NOx-Katalysator ausgestoßen wird, wenn die adsorbierte NOx-Menge den vorbestimmten Wert vor der Aktivierung des NOx-Katalysators erreicht hat.

[0058] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf das vorstehend genannte Ausführungsbeispiel beschränkt. Drei oder mehr Katalysatoren können in dem Abgasrohr 21 eingebaut werden, solange zumindest ein Katalysator ein NOx-Katalysator und ein Katalysator, der an einer stromaufwärtsseitigen Seite davon eingebaut ist, ein Dreiwegekatalysator oder ein Oxidationskatalysator ist.

[0059] Des Weiteren ist die vorliegende Erfindung nicht nur auf einen Magergemischmotor anwendbar, sondern auch auf einen anderen Motor, bei dem das Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu einer mageren Seite geregelt wird, wie zum Beispiel einen Direkteinspritzmotor.

[0060] Somit ist an einem Abgasrohr 21 der Dreiwegekatalysator oder der Oxidationskatalysator als stromaufwärtsseitiger Katalysator 22 und der NOx-Katalysator 23 als stromabwärtsseitiger Katalysator angeordnet. Wenn der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 aktiviert wird, oxidiert der stromaufwärtsseitige Katalysator 22 NO, das von dem Motor 11 ausgestoßen wird, in NO₂. Da der größte Teil des von dem Motor 11 ausgestoßenen NOx in der Form von NO vorliegt, wird der größte Teil des NOx, das den stromauswärtsseitigen Katalysator 22 durchlaufen hat, in der Form von NO₂ oxidiert und strömt in den stromabwärtsseitigen NOx-Katalysator 23. Die Aktivierungsenergie, die für die Reaktion NO₂ + ½ · O₂ → NO₃⁻ nötig ist, ist relativ gering, so dass auch dann, wenn die Temperatur des NOx-Katalysators 23 niedrig ist, NOx in der Form von NO₃⁻ innerhalb des NOx-Katalysators 23 durch Induzieren der Oxidationsreaktion von NO₂ in NO₃⁻ innerhalb des NOx-Katalysators 23 adsorbiert werden kann. Als Ergebnis kann die magere Regelung gestartet werden, bevor die Temperatur des NOx-Katalysators (23) zu seiner Aktivierungstemperatur ansteigt, und NOx kann adsorbiert werden.

Patentansprüche

1. Abgasreinigungssystem an einem Verbrennungsmotor (11) mit:
einem ersten Katalysator (22), der an einem Abgasschacht (21) des Verbrennungsmotors (11) für ein Beschleunigen einer Oxidationsreaktion des Umwandlungs von zumindest Stickstoffoxid in Stickstoffdioxid angeordnet ist;
einem zweiten Katalysator (23), der stromabwärts von dem ersten Katalysator (22) für ein Adsorbieren und Reduzieren von NOx angeordnet ist; und
einem Abgasreinigungsregelmittel (29), das ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis eines zu dem Verbrennungsmotor (11) geförderten Luft-Kraftstoff-Gemisches zu einer mageren Seite regelt, bevor der zweite Katalysator (23) aktiv wird.
2. Abgasreinigungssystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgasreinigungsregel-

mittel (29) das Luft-Kraftstoff-Verhältnis des zu dem Verbrennungsmotor (11) geförderten Luft-Kraftstoff-Gemisches zu der mageren Seite regelt, nachdem der erste Katalysator (22) aktiv wurde und bevor der zweite Katalysator (23) aktiv wird.

5

3. Abgasreinigungssystem gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgasreinigungsregel-
mittel (29) das Luft-Kraftstoff-Verhältnis zu der mage-
ren Seite regelt, nachdem der erste Katalysator (22) ak-
tiv wurde und nachdem der zweite Katalysator (23) 10
halbaktiv wurde.

4. Abgasreinigungssystem gemäß einem der Ansprü-
che 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgas-
reinigungsregelmittel (29) das Luft-Kraftstoff-Verhältnis
zu einem stöchiometrischen Verhältnis oder zu ei-
ner fetten Seite regelt, wenn ermittelt wird, dass der
zweite Katalysator (23) aktiv wurde.

15

5. Abgasreinigungssystem gemäß Anspruch 4, da-
durch gekennzeichnet, dass das Abgasreinigungsregel-
mittel (29) das Luft-Kraftstoff-Verhältnis erneut zu der 20
mageren Seite nach einer Aktivierung des zweiten Ka-
talysators (23) und nach einem Regeln des Luft-Kraft-
stoff-Verhältnisses zu dem stöchiometrischen Verhältnis
oder zu der fetten Seite regelt.

6. Abgasreinigungssystem gemäß einem der Ansprü-
che 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgas-
reinigungsregelmittel (29) eine Katalysatorvorwärmre-
gelung ausführt, in der ein Anheben einer Abgastempe-
ratur nach dem Starten des Verbrennungsmotors (11) 30
zum Beschleunigen eines Aufwärmens des ersten Ka-
talysators (22) enthalten ist.

7. Abgasreinigungssystem gemäß einem der Ansprü-
che 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgas-
reinigungsregelmittel (29) das Luftkraftstoffverhältnis
zu einem stöchiometrischen Verhältnis oder dessen 35
Umgebung regelt, bis ermittelt wird, dass der erste Ka-
talysator (22) nach dem Starten des Verbrennungs-
motors (11) aktiviert wurde.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

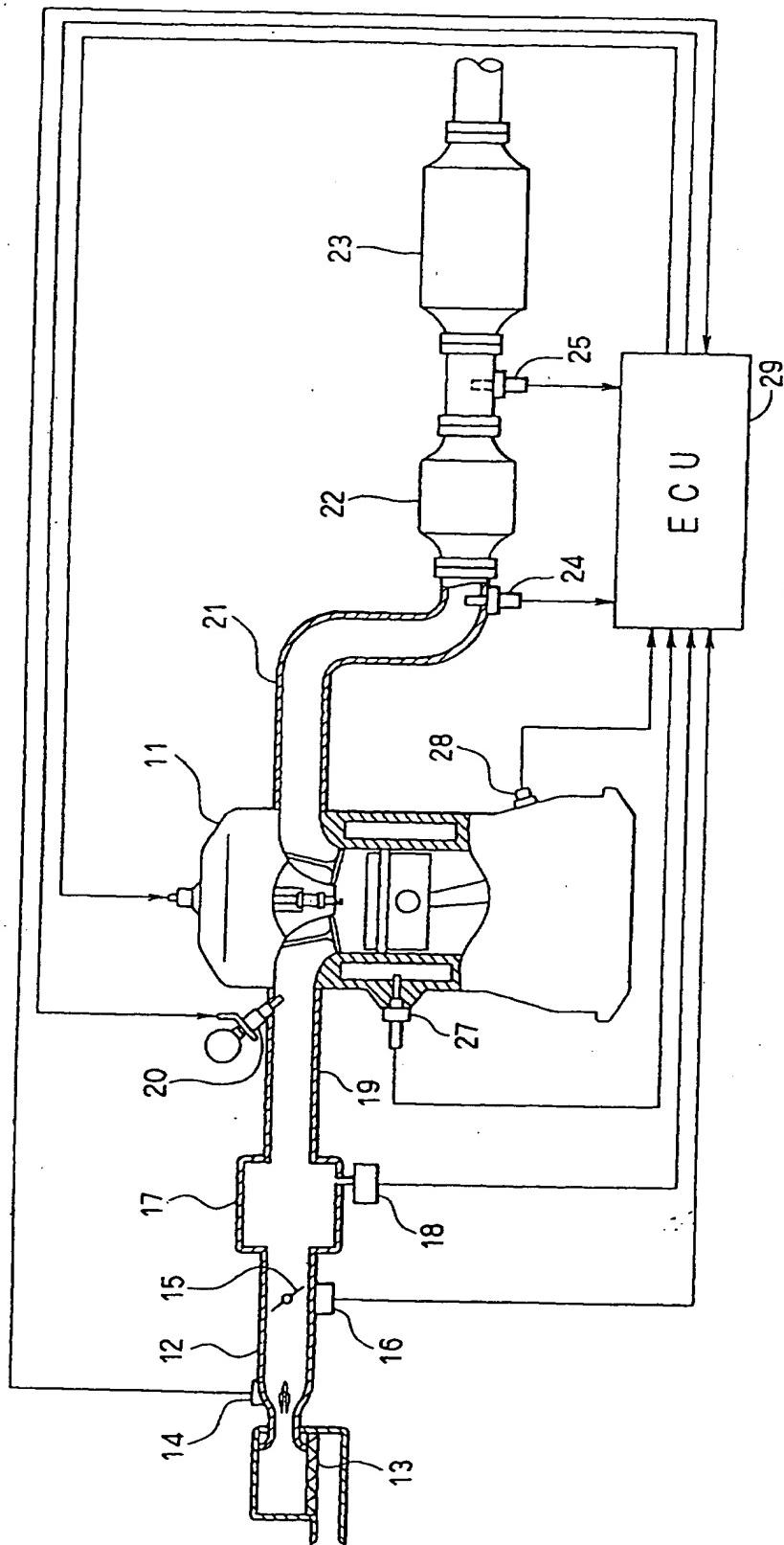


FIG. 2

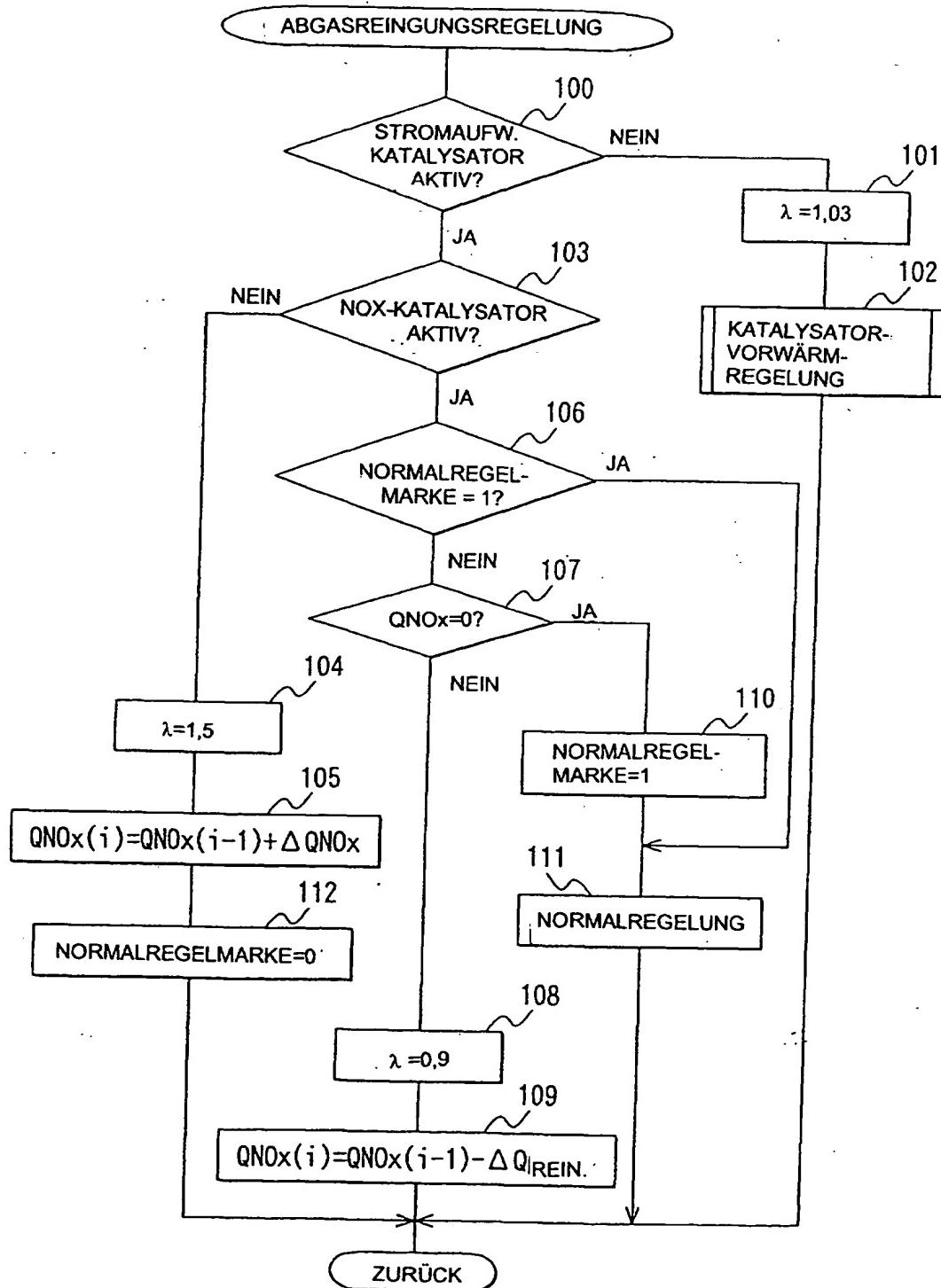


FIG. 3

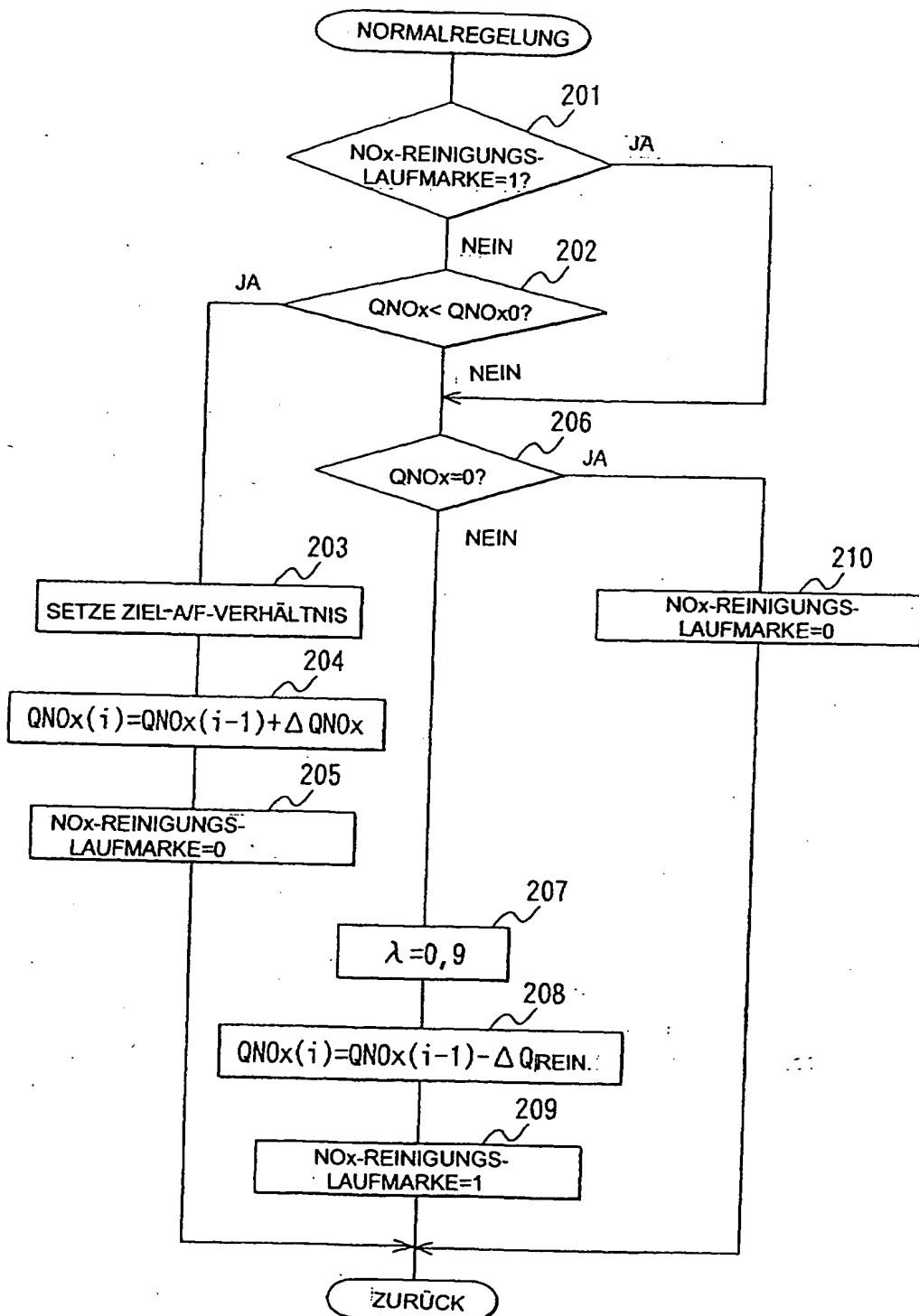


FIG. 4

